

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-339081  
 (43)Date of publication of application : 07.12.2001

(51)Int.Cl. H01L 31/04

(21)Application number : 2001-058891 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 02.03.2001 (72)Inventor : SATO TAKUYA  
 NEGAMI TAKAYUKI  
 HAYASHI SHIGEO  
 HASHIMOTO YASUHIRO  
 SHIMAKAWA SHINICHI

(30)Priority

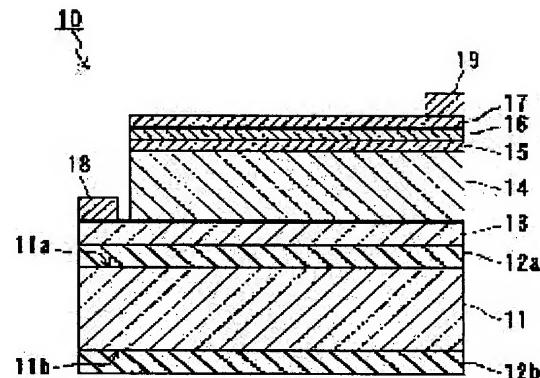
Priority number : 2000082746 Priority date : 23.03.2000 Priority country : JP

## (54) SOLAR CELL AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a solar cell excellent in characteristics and reliability in which a semiconductor, containing elements from group Ib, group IIIb and group VIb, is employed, and a method of manufacturing the same.

**SOLUTION:** The solar cell is provided with a conductive substrate 11, a first insulating layer 12a formed on a main surface 11a of the substrate 11, a second insulating layer 12b formed on the other main surface 11b of the substrate 11 and an optical absorption layer 14 arranged above the first insulating layer 11a. The optical absorption layer 14 consists of a semiconductor containing elements from group Ib, group IIIb and group VIb.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.08.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3503824

[Date of registration] 19.12.2003  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-18510  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 22.09.2003  
[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-339081  
(P2001-339081A)

(43)公開日 平成13年12月7日(2001.12.7)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 31/04

識別記号

F I  
H 0 1 L 31/04

テーマト<sup>\*</sup>(参考)  
E 5 F 0 5 1

審査請求 有 請求項の数22 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2001-58891(P2001-58891)  
(22)出願日 平成13年3月2日(2001.3.2)  
(31)優先権主張番号 特願2000-82746(P2000-82746)  
(32)優先日 平成12年3月23日(2000.3.23)  
(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(72)発明者 佐藤 琢也  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 根上 卓之  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(74)代理人 100095555  
弁理士 池内 寛幸 (外5名)

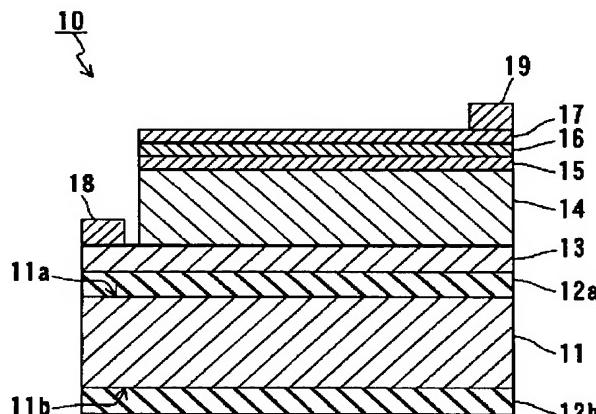
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 太陽電池およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 I b 族元素とIII b 族元素とVI b 族元素とを含む半導体を用いた特性および信頼性が高い太陽電池、およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 導電性の基体11と、基体11の一主面11a上に形成された第1の絶縁層12aと、基体11の他主面11b上に形成された第2の絶縁層12bと、第1の絶縁層11aの上方に配置された光吸収層14とを備え、光吸収層14が、I b 族元素とIII b 族元素とVI b 族元素とを含む半導体からなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性の基体と、前記基体の一主面上に形成された第1の絶縁層と、前記基体の他主面上に形成された第2の絶縁層と、前記第1の絶縁層の上方に配置された光吸収層とを備え、

前記光吸収層が、Ib族元素とIIIB族元素とVIB族元素とを含む半導体からなる太陽電池。

【請求項2】 直列接続された複数のユニットセルを前記第1の絶縁層上に備える請求項1に記載の太陽電池。

【請求項3】 前記基体が金属からなり、

前記半導体が、Cuと、InおよびGaから選ばれる少なくとも1つの元素と、SeおよびSから選ばれる少なくとも1つの元素とを含む請求項1または2に記載の太陽電池。

【請求項4】 前記基体が、ステンレスまたはアルミニウム合金からなる請求項3に記載の太陽電池。

【請求項5】 前記第1の絶縁層上に形成された導電層と、前記導電層と前記光吸収層との間に配置された層Aとをさらに備え、

前記層AがIa族元素を含む請求項1ないし4のいずれかに記載の太陽電池。

【請求項6】 前記Ia族元素がNaである請求項5に記載の太陽電池。

【請求項7】 前記第1および第2の絶縁層の平均層厚が0.5μm以下である請求項1ないし6のいずれかに記載の太陽電池。

【請求項8】 前記第1および第2の絶縁層が、酸化物およびフッ化物から選ばれる少なくとも1つからなる請求項1ないし6のいずれかに記載の太陽電池。

【請求項9】 前記第1および第2の絶縁層が、酸化珪素を主成分とする請求項8に記載の太陽電池。

【請求項10】 前記第1および第2の絶縁層が、フッ化鉄を主成分とする請求項8に記載の太陽電池。

【請求項11】 導電性の基体と、前記基体上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上に形成された導電層と、前記導電層の上方に配置された光吸収層とを備える太陽電池であって、

前記基体と前記光吸収層との間に配置された少なくとも1つの層がIa族元素を含み、

前記光吸収層が、Ib族元素とIIIB族元素とVIB族元素とを含む半導体からなる太陽電池。

【請求項12】 直列接続された複数のユニットセルを前記絶縁層上に備える請求項11に記載の太陽電池。

【請求項13】 前記基体が金属からなり、

前記半導体が、Cuと、InおよびGaから選ばれる少なくとも1つの元素と、SeおよびSから選ばれる少なくとも1つの元素とを含む請求項11または12に記載の太陽電池。

【請求項14】 前記基体が、ステンレスまたはアルミニウム合金からなる請求項13に記載の太陽電池。

【請求項15】 前記絶縁層が前記Ia族元素を含む請求項1ないし14のいずれかに記載の太陽電池。

【請求項16】 前記絶縁層が、Naを含む酸化物からなる請求項15に記載の太陽電池。

【請求項17】 前記絶縁層がソーダライムガラスからなる請求項16に記載の太陽電池。

【請求項18】 前記絶縁層がNaFからなる請求項15に記載の太陽電池。

【請求項19】 前記導電層と前記光吸収層との間に配置された層Bをさらに備え、前記層BがIa族元素を含む請求項1ないし18のいずれかに記載の太陽電池。

【請求項20】 前記層BがNa<sub>2</sub>SまたはNaFからなる請求項19に記載の太陽電池。

【請求項21】 導電性の基体を備える太陽電池の製造方法であって、

(i) 前記基体上に、Ia族元素を含有する層と導電層とを含む積層膜を形成する工程と、

(ii) 前記積層膜上にIb族元素とIIIB族元素とVIB族元素とを含む半導体からなる光吸収層を形成する工程とを含む太陽電池の製造方法。

【請求項22】 前記基体が金属からなり、前記半導体が、Cuと、InおよびGaから選ばれる少なくとも1つの元素と、SeおよびSから選ばれる少なくとも1つの元素とを含む請求項21に記載の太陽電池の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、導電性の基体を用いた太陽電池およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】金属製の基板を用いた薄膜太陽電池は、基板の軽量性および可撓性（フレキシビリティ）という特徴から、広い用途への適用が可能である。さらに、金属製の基板は高温プロセスにも耐えうるという点で、太陽電池の高効率化が期待できる。

【0003】導電性の基板を用いた場合には、基板上で複数のユニットセルを直列接続し集積化することが困難になるという問題がある。また、基板として金属板を用いた場合には、金属板の構成元素が光吸収層へ拡散して、特性が低下するという問題がある。これらの問題に対し、金属基板上に絶縁層を形成し、その上に電極層と光吸収層となるアモルファスSi層とを形成する方法が開示されている（たとえば、特開平05-129641号公報、特開平11-261090号公報）。

【0004】一方、Cu(In, Ga)Se<sub>x</sub>（以下、CIGSと記述する）に代表されるカルコバイライト構造半導体を光吸収層に用いた太陽電池が高い変換効率を示すことから注目されている。CIGSを用いた太陽電池では、一般にガラス基板が基体として用いられている。また、軽量な太陽電池や可撓性を有する太陽電池の作製

を目的として、ガラス基板以外にポリイミドやステンレスシートを用いた太陽電池も報告されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 I b 族元素と III b 族元素と VI b 族元素とを含む半導体（カルコバイライト構造半導体）を用いた太陽電池は、信頼性や特性のさらなる向上が求められている。

【0006】本発明は、I b 族元素と III b 族元素と VI b 族元素とを含む半導体を用いた特性および信頼性が高い太陽電池、およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の第1の太陽電池は、導電性の基体と、前記基体の一主面上に形成された第1の絶縁層と、前記基体の他主面上に形成された第2の絶縁層と、前記第1の絶縁層の上方に配置された光吸収層とを備え、前記光吸収層が、I b 族元素と III b 族元素と VI b 族元素とを含む半導体からなる。上記第1の太陽電池によれば、光吸収層を形成する際に VI b 族元素（特に、Se または S）と基体とが反応して基体が脆くなることを防止できるため、特性および信頼性が高い太陽電池が得られる。また、VI b 族元素と基体とが反応して形成されるカルコゲナイト化合物が原因となって生産性が低下することを防止できる。さらに、上記第1の太陽電池では、基体を構成する元素が光吸収層に拡散することを、絶縁層によって防止できる。この効果は、基体が金属からなる場合に特に重要である。

【0008】なお、この明細書において、I b 族元素とは、Cu を含む系列の元素をいう。また、III b 族元素とは、Al、Ga、および In を含む系列の元素をいう。また、VI b 族元素とは、S、Se、および Te を含む系列の元素をいう。また、I a 族元素とは、Li、Na、および K を含む系列の元素をいう。

【0009】上記第1の太陽電池では、直列接続された複数のユニットセルを前記第1の絶縁層上に備えてもよい。上記構成によれば、大面積で特性が高い集積型太陽電池が得られる。

【0010】上記第1の太陽電池では、前記基体が金属からなり、前記半導体が、Cu と、In および Ga から選ばれる少なくとも1つの元素と、Se および S から選ばれる少なくとも1つの元素とを含んでもよい。上記構成において薄い基体を用いることによって、可携性を有する太陽電池が得られる。また、金属からなる基体を用いることによって、高温におけるプロセスが可能となるため、結晶性が特に高い半導体からなる光吸収層を形成できる。

【0011】上記第1の太陽電池では、前記基体が、ステンレスまたはアルミニウム合金からなるものでもよい。上記構成によれば、軽量な太陽電池が得られる。

【0012】上記第1の太陽電池では、前記第1の絶縁層上に形成された導電層と、前記導電層と前記光吸収層との間に配置された層 A とをさらに備え、前記層 A が I a 族元素を含んでもよい。上記構成によれば、特性が特に高い太陽電池が得られる。

【0013】上記第1の太陽電池では、前記 I a 族元素が Na であってもよい。

【0014】上記第1の太陽電池では、前記第1および第2の絶縁層の平均層厚が 0.5 μm 以下であってもよい。上記構成によれば、光吸収層を形成する際に、基板表面の温度分布を均一にできる。また、基体と導電層とが剥離することを防止できる。

【0015】上記第1の太陽電池では、前記第1および第2の絶縁層が、酸化物およびフッ化物から選ばれる少なくとも1つからなるものでもよい。

【0016】上記第1の太陽電池では、前記第1および第2の絶縁層が、酸化珪素を主成分とするものでもよい。上記構成によれば、基体と導電層とが剥離することを防止できる。また、絶縁層を容易に形成できる。

【0017】上記第1の太陽電池では、前記第1および第2の絶縁層が、フッ化鉄を主成分とするものでもよい。上記構成によれば、均一な絶縁層を容易に形成できる。

【0018】また、本発明の第2の太陽電池は、導電性の基体と、前記基体上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上に形成された導電層と、前記導電層の上方に配置された光吸収層とを備える太陽電池であって、前記基体と前記光吸収層との間に配置された少なくとも1つの層が I a 族元素を含み、前記光吸収層が、I b 族元素と III b 族元素と VI b 族元素とを含む半導体からなる。上記第2の太陽電池によれば、特性および信頼性が高い太陽電池が得られる。これは、基体と光吸収層との間に配置された層が I a 族元素を含むことによって、光吸収層の結晶性が高くなるためであると考えられる。さらに、上記第2の太陽電池では、基体を構成する元素が光吸収層に拡散することを、絶縁層によって防止できる。この効果は、基体が金属からなる場合に特に重要である。

【0019】上記第2の太陽電池では、直列接続された複数のユニットセルを前記絶縁層上に備えてもよい。

【0020】上記第2の太陽電池では、前記基体が金属からなり、前記半導体が、Cu と、In および Ga から選ばれる少なくとも1つの元素と、Se および S から選ばれる少なくとも1つの元素とを含んでもよい。

【0021】上記第2の太陽電池では、前記基体が、ステンレスまたはアルミニウム合金からなるものでもよい。

【0022】上記第2の太陽電池では、前記絶縁層が前記 I a 族元素を含んでもよい。

【0023】上記第2の太陽電池では、前記絶縁層が、Na を含む酸化物からなるものでもよい。

【0024】上記第2の太陽電池では、前記絶縁層がソーダライムガラスからなるものでもよい。

【0025】上記第2の太陽電池では、前記絶縁層がNaFからなるものでもよい。

【0026】上記第2の太陽電池では、前記導電層と前記光吸収層との間に配置された層Bをさらに備え、前記層BがIa族元素を含んでもよい。

【0027】上記第2の太陽電池では、前記層BがNa<sub>2</sub>SまたはNaFからなるものでもよい。

【0028】また、本発明の太陽電池の製造方法は、導電性の基体を備える太陽電池の製造方法であって、

(i) 前記基体上に、Ia族元素を含有する層と導電層とを含む積層膜を形成する工程と、(ii) 前記積層膜上にIb族元素とIIIB族元素とVIb族元素とを含む半導体からなる光吸収層を形成する工程とを含む。上記製造方法によれば、結晶性が良好な光吸収層を形成できるため、特性および信頼性が高い太陽電池が得られる。

【0029】上記太陽電池の製造方法では、前記基体が金属からなり、前記半導体が、Cuと、InおよびGaから選ばれる少なくとも1つの元素と、SeおよびSから選ばれる少なくとも1つの元素とを含んでもよい。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0031】(実施形態1) 実施形態1では、本発明の第1の太陽電池について一例を説明する。実施形態1の太陽電池10について、断面図を図1に示す。

【0032】図1を参照して、太陽電池10は、導電性の基体11と、基体11の一主面11a上に形成された第1の絶縁層12aと、基体11の他主面11b上に形成された第2の絶縁層12bとを備える。基体11、第1の絶縁層12aおよび第2の絶縁層12bは、基板を構成する。太陽電池10は、さらに、第1の絶縁層12a上に順に形成された導電層13、光吸収層14、第1の半導体層15、第2の半導体層16および透明導電層17と、導電層13上に形成された取り出し電極18と、透明導電層17上に形成された取り出し電極19とを備える。第1の半導体層15および第2の半導体層16は、窓層である。

【0033】基体11は、導電性を有する材料からなる。具体的には、基体11は、金属を用いて形成でき、たとえば、ステンレス、またはデュアルミニウムなどのアルミニウム合金を用いて形成できる。基体11は可撓性を有することが好ましい。可撓性を有する基体11を用いた場合、基体11をロール状にして連続的に太陽電池を形成できるため、生産が容易になる。

【0034】第1の絶縁層12aは、基体11と導電層13とを絶縁するための層である。第1および第2の絶縁層12aおよび12bの抵抗値は、たとえば1MΩ以上である。第1および第2の絶縁層12aおよび12b

は、酸化物およびフッ化物から選ばれる少なくとも1つを用いて形成できる。具体的には、酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)を主成分とする材料、またはフッ化鉄を主成分とする材料で形成できる。また、第1および第2の絶縁層12aおよび12bは、Ia族元素を含む材料で形成してもよく、たとえば、ソーダライムガラスのようなNaの酸化物や、NaFまたはNa<sub>2</sub>Sなどで形成してもよい。第1および第2の絶縁層12aおよび12bは、平均厚さが0.01μm以上0.5μm以下であることが好ましい。

【0035】導電層13は電極である。導電層13は、金属を用いて形成でき、たとえば、Moを用いて形成できる。

【0036】光吸収層14は、第1の絶縁層12aの上方に配置される。光吸収層14は、Ib族元素とIIIB族元素とVIb族元素とを含む半導体からなる。具体的には、カルコバイライト(chalcopyrite)と同様の結晶構造を有する半導体を用いることができる。より具体的には、Cuと、InおよびGaから選ばれる少なくとも1つの元素と、SeおよびSから選ばれる少なくとも1つの元素とを含む半導体を用いることができる。たとえば、CuInSe<sub>2</sub>、CuIn(Se,S)<sub>2</sub>、Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>、または、Cu(In,Ga)(Se,S)<sub>2</sub>を用いることができる。

【0037】第1の半導体層15は、CdS、またはZnを含む化合物によって形成できる。Znを含む化合物としては、Zn(O,S)やZnMgOなどが挙げられる。第2の半導体層16は、ZnO、またはZnOを含む材料によって形成できる。透明導電層17は、AlなどのIII族元素をドープしたZnOや、ITO(Indium Tin Oxide)を用いて形成できる。取り出し電極18および19は、導電性が高い金属を用いて形成できる。

【0038】なお、本発明の第1の太陽電池は、導電層13と光吸収層14との間に配置された、Ia族元素を含む層(層A)をさらに備えてよい。Ia族元素を含む層21(層A)を備える太陽電池20について、断面図を図2に示す。太陽電池20は、導電層13と光吸収層14との間に配置された層21を備えることを除いて太陽電池10と同様である。

【0039】層21に含まれるIa族元素としては、Na、K、Liが挙げられる。層21は、たとえば、Naを含む化合物を用いて形成できる。Naを含む化合物としては、Na<sub>2</sub>SやNaFを用いることができる。層21の平均厚さは、たとえば、0.001μm～0.1μmの範囲内である。

【0040】なお、太陽電池10および20は、本発明の第1の太陽電池の一例であり、本発明の第1の太陽電池は太陽電池10および20に限定されない。たとえば、第2の半導体層16は省略してもよい。また、本発

明の第1の太陽電池は、実施例3で説明するように、直列接続された複数のユニットセルを第1の絶縁層12a上に備えてよい。

【0041】(実施形態2)実施形態2では、本発明の第2の太陽電池について一例を説明する。実施形態2の太陽電池30について、断面図を図3に示す。なお、実施形態1と同一の部分については、同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【0042】図1を参照して、太陽電池30は、基体11と、基体11上に形成された絶縁層32とを備える。基体11および絶縁層32は、基板を構成する。太陽電池30は、さらに、絶縁層32上に順に形成された導電層13、光吸収層14、第1の半導体層15、第2の半導体層16および透明導電層17と、導電層13上に形成された取り出し電極18と、透明導電層17上に形成された取り出し電極19とを備える。光吸収層14は、絶縁層32の上方に配置される。

【0043】絶縁層32は、基体11と導電層13とを絶縁するための層である。絶縁層32の抵抗値は、たとえば1MΩ以上である。絶縁層32は、Ia族元素を含む絶縁性の材料で形成でき、たとえば、Ia族元素の酸化物やフッ化物を用いて形成できる。具体的には、ソーダライムガラスのようなNaを含む酸化物を用いて形成できる。また、絶縁層32は、NaFを用いて形成してもよい。

【0044】太陽電池30は、基体11と光吸収層14との間に配置された少なくとも1つの層がIa族元素(好ましくはNa)を含む。たとえば、絶縁層32がIa族元素を含んでもよい。たとえば、絶縁層32がNaを含む酸化物によって形成されてもよい。具体的には、絶縁層32がソーダライムガラスによって形成されてもよい。

【0045】また、本発明の第2の太陽電池は、導電層13と光吸収層14との間に配置された、Ia族元素を含む層(層B)をさらに備えてよい。Ia族元素を含む層41(層B)を備える太陽電池40について、断面図を図4に示す。太陽電池40は、層41を備える点のみが太陽電池30と異なる。層41は、Ia族元素を含み、たとえば、Na<sub>2</sub>SまたはNaFからなる。太陽電池40では、層41は、導電層13と光吸収層14との間に配置されている。なお、層41は、導電層13と絶縁層32との間に配置されてもよい。

【0046】太陽電池30および40は、本発明の第2の太陽電池の一例であり、本発明の第2の太陽電池は太陽電池30および40に限定されない。たとえば、第2の半導体層16は省略してもよい。また、本発明の第2の太陽電池は、実施例6で説明するように、直列接続された複数のユニットセルを絶縁層32上に備えてよい。また、実施形態1で説明した太陽電池のように、絶縁層32が、基体11の両面に形成されていてよい。

【0047】(実施形態3)実施形態3では、本発明の太陽電池の製造方法について説明する。実施形態3の製造方法によれば、実施形態2の太陽電池を製造できる。なお、実施形態1および2で説明した部分と同一の部分については、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

【0048】まず、導電性の基体11上に、Ia族元素を含有する層と導電層とを含む積層膜を形成する(工程(i))。積層膜は、たとえば、図3に示した絶縁層32および導電層13によって構成できる。また、積層膜は、図4に示した絶縁層32、導電層13、および層41によって構成できる。これらの層は、蒸着法やスパッタリング法によって形成できる。

【0049】次に、積層膜上にIb族元素とIIIB族元素とVIB族元素とを含む半導体からなる光吸収層14を形成する(工程(ii))。この光吸収層は、実施例で説明する蒸着法によって形成できる。

【0050】次に、第1の半導体層15、第2の半導体層16、および透明導電層17を順次形成する。これらの層は、蒸着法やスパッタリング法によって形成できる。最後に、取り出し電極18および19を形成して太陽電池が得られる。

【0051】なお、集積型の太陽電池は、実施例3および6で説明する方法によって製造できる。

#### 【0052】

【実施例】以下、実施例を用いて本発明をさらに詳細に説明する。なお、以下の実施例では、基体としてステンレスシートを用いているが、デュラルuminなどのアルミニウム化合物からなる基体を用いてもよい。

【0053】(実施例1)実施例1では、実施形態1の太陽電池10を作製した一例について説明する。

【0054】まず、基体11として、可撓性を有するステンレスシート(厚さ:100μm)を準備した。次に、ステンレスシートの両面に、ディップ・コート法(浸漬法)によって、SiO<sub>2</sub>層(第1および第2の絶縁層12aおよび12b)を形成した。次に、RFスパッタリングによって、片面のSiO<sub>2</sub>層上にMo層(導電層13)を形成した。SiO<sub>2</sub>層の厚さは0.5μmとし、Mo層の厚さは0.4μmとした。

【0055】次に、以下に示す方法によって、Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>層(光吸収層14)を形成した。

【0056】まず、In、Ga、およびSeを電離真空計で圧力を制御しながらMo層上に堆積させた。このとき、基板温度を350°Cとした。堆積時において、Seの圧力を $2.66 \times 10^{-3}$ Pa( $2 \times 10^{-5}$ Torr)とし、Inの圧力を $1.064 \times 10^{-4}$ Pa( $8 \times 10^{-7}$ Torr)とし、Gaの圧力を $3.99 \times 10^{-5}$ Pa( $3 \times 10^{-7}$ Torr)とした。その後、基板温度を600°Cに上げ、Seの圧力が $2.66 \times 10^{-3}$ Pa( $2 \times 10^{-5}$ Torr)、Cuの圧力が $3.99 \times 10^{-5}$ Pa

a ( $3 \times 10^{-7}$  Torr) となる条件で、SeおよびCuを堆積させた。その後、基板温度を600°Cに保ったままIn、Ga、およびSeを堆積させた。このようにして、Cu(In, Ga)Se<sub>x</sub>層を形成した。

【0057】次に、化学浴析出法によって、Cu(In, Ga)Se<sub>x</sub>層上にCdS層(第1の半導体層15)を形成し、これによってpn接合を形成した。次に、ZnO層(第2の半導体層16)と、ITO層(透明導電層17)とをスパッタリング法で順次形成した。最後に、Auからなる取り出し電極を形成した。このようにして、実施形態1の太陽電池を作製した。

【0058】この太陽電池について、Air Mass (AM) = 1.5、100mW/cm<sup>2</sup>の擬似太陽光を用いて特性を測定した。その結果、短絡電流密度が32.3mA/cm<sup>2</sup>、開放端電圧が0.610V、曲線因子(Fill Factor)が0.750、変換効率が14.8%の太陽電池が得られた。

【0059】このように、実施例1の太陽電池は、良好な特性を示した。また、絶縁層であるSiO<sub>2</sub>層をステンレスシートの両面に形成することによって、Cu(In, Ga)Se<sub>x</sub>層形成時においてSe蒸気とステンレスシート(基体)とが反応することを抑制できた。さらに、化学浴析出法によるCdS層形成時においてアルカリ水溶液中にステンレスシートを浸漬した際にも、ステンレスシートが腐食することを抑制できた。その結果、ステンレスシートの劣化による太陽電池の破損や可撓性\*

\*の低下を防ぐことができた。

【0060】(実施例2) 実施例2では、実施形態1の太陽電池20を作製した一例について説明する。

【0061】まず、基体11として、可撓性を有するステンレスシート(厚さ: 100μm)を準備した。次に、ステンレスシートをフッ素ガス雰囲気中で熱処理することによって、ステンレスシートの両面にフッ化鉄層(第1および第2の絶縁層12aおよび12b)を形成した。フッ化鉄層の厚さは、0.2μmとした。次に、導電層13として、RFマグネットロンスパッタによって一方のフッ化鉄層上に、Mo層(厚さ: 0.8μm)を形成した。

【0062】次に、層21として、Mo層上にNa<sub>2</sub>S層を形成した。Na<sub>2</sub>S層は、蒸着法によって形成した。

【0063】次に、実施例1と同様の方法によって、Cu(In, Ga)Se<sub>x</sub>層、CdS層、ZnO層、ITO層、および取り出し電極を形成した。このようにして、実施形態1の太陽電池を作製した。一方、Na<sub>2</sub>S層を形成せずに、上記方法と同様の方法で太陽電池を作製した。

【0064】これら2つの太陽電池について、AM=1.5、100mW/cm<sup>2</sup>の擬似太陽光を用いて特性を測定した。測定結果を表1に示す。

【0065】

【表1】

	Na <sub>2</sub> S層	
	有り	無し
面積(cm <sup>2</sup> )	0.96	0.96
短絡電流密度(mA/cm <sup>2</sup> )	32.3	32.4
開放端電圧(V)	0.615	0.592
曲線因子	0.752	0.740
変換効率(%)	14.9	14.2

【0066】表1から明らかにように、Na<sub>2</sub>S層を形成することによって、特性が特に高い太陽電池が得られた。また、実施例1と同様に、ステンレスシートの両面にフッ化鉄層を形成することによって、Se蒸気やアルカリ水溶液による基体の劣化および腐食を防ぐことができ、その結果、太陽電池の破損や可撓性の低下を防ぐことができた。

【0067】(実施例3) 実施例3では、実施形態1の太陽電池を作製した他の一例について、図5を参照しながら説明する。実施例3では、いわゆる集積型と呼ばれる太陽電池を作製した。製造工程の断面図を図5に示す。

【0068】まず、基体11として、可撓性を有するステンレスシート51(厚さ: 100μm)を準備した。次に、ステンレスシート51をフッ素ガス雰囲気中で熱

処理することによって、ステンレスシート51の両面にフッ化鉄層52(第1および第2の絶縁層12aおよび12b)を形成した。フッ化鉄層52の厚さは、0.2μmとした。次に、導電層13として、RFマグネットロンスパッタによって一方のフッ化鉄層上に、Mo層53(厚さ: 0.8μm)を形成した。

【0069】次に、Nd:YAGレーザを用いてMo層53の一部をストライブ状に除去し、Mo層53を短冊状に複数に分割した(図5(a)参照)。このときの平面図を図6に示す。

【0070】次に、実施例1と同様の方法によって、光吸収層であるCu(In, Ga)Se<sub>x</sub>層54を作製した。さらに、化学浴析出法によって、Cu(In, Ga)Se<sub>x</sub>層上にCdS層55(第1の半導体層15)を形成し、pn接合を作製した(図5(b)参照)。

11

【0071】次に、メカニカルスクライブ法によって、Cu(In, Ga)Se<sub>x</sub>層54とCdS層55とを、Mo層53を分割した線のすぐ横を平行に除去した。これによって、Cu(In, Ga)Se<sub>x</sub>層54とCdS層55とを短冊状に複数に分割した(図5(c)参照)。

【0072】次に、ZnO層(第2の半導体層16)とITO層(透明導電層17)との積層膜56を、スパッタリング法で形成した。そして、メカニカルスクライブ法によって、積層膜56の一部と、Cu(In, Ga)Se<sub>x</sub>層54およびCdS層55の一部とを、併せてストライブ状に除去した(図5(d)参照)。具体的には、図5(c)の工程においてCu(In, Ga)Se<sub>x</sub>\*

12

\*、層54とCdS層55とを分割した線のすぐ横を平行に除去した。これによって、絶縁層52上に、直列に接続された複数のユニットセル57を形成した。

【0073】最後に、取り出し電極58および59を形成し、集積化構造を有する太陽電池を作製した(図5(e)参照)。

【0074】さらに、集積化を行わないで太陽電池を作製した。これら2つの太陽電池について、AM=1.5、100mW/cm<sup>2</sup>の擬似太陽光を用いて特性を測定した。測定結果を表2に示す。

【0075】

【表2】

	集積化	集積化せず
面積(cm <sup>2</sup> )	4.1	4.1
短絡電流(mA)	40.4	138
開放端電圧(V)	1.926	0.601
曲線因子	0.640	0.622
変換効率(%)	12.2	12.6

【0076】表2から明らかのように、ユニットセルを直列接続することによって、出力電圧が高い太陽電池が得られる。また、金属性の基体を用いることによって、基板温度が均一となり、大面積でも均質な結晶系光吸收層を形成できる。なお、この実施例で作製した太陽電池の面積が比較的小さいために、表2では、集積化した太陽電池の効率が低めになっている。しかし、電極の抵抗によるロスやバスバー(bus bar)による面積ロスなどを考慮すると、太陽電池の面積が大きくなるほど集積化する方が有利となる。

【0077】(実施例4)実施例4では、実施形態2で説明した太陽電池30を作製した一例について説明する。

【0078】まず、基体11として、可撓性を有するステンレスシート(厚さ:100μm)を準備した。次に、ステンレスシートの片面に、RFマグネットロンス

※バッタリング法によってソーダライムガラス層(絶縁層32)とMo層(導電層13)とを形成した。ソーダライムガラス層の厚さは0.5μmとし、Mo層の厚さは1μmとした。

【0079】次に、実施例1と同様の方法によって、Cu(In, Ga)Se<sub>x</sub>層、CdS層、ZnO層、ITO層、および取り出し電極を形成した。このようにして実施形態2の太陽電池を作製した。

【0080】一方、ソーダライムガラス層の代わりにAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を用い、上記方法と同様の方法で太陽電池を作製した。これら2つの太陽電池について、AM=1.5、100mW/cm<sup>2</sup>の擬似太陽光を用いて特性を測定した。測定結果を表3に示す。

【0081】

【表3】

	絶縁層の材料	
	ソーダライムガラス	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
面積(cm <sup>2</sup> )	0.96	0.96
短絡電流密度(mA/cm <sup>2</sup> )	32.3	32.4
開放端電圧(V)	0.610	0.592
曲線因子	0.750	0.740
変換効率(%)	14.8	14.2

【0082】表3から明らかのように、Ia族元素を含む絶縁層を用いることによって特性が高い太陽電池が得られた。

【0083】(実施例5)実施例5では、実施形態2の太陽電池40を作製した一例について説明する。

【0084】まず、基体11として、可撓性を有するス

テンレスシート(厚さ:100μm)を準備した。次に、ステンレスシートの片面に、RFマグネットロンスバッタリング法で、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層(絶縁層32)を形成した。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の厚さは、0.5μmとした。次に、導電性層13として、RFマグネットロンスバッタによってMo層(厚さ:1μm)を形成した。

13

【0085】次に、Mo層上に、層41としてNa<sub>2</sub>S層を形成した。Na<sub>2</sub>S層は、蒸着法によって形成した。

【0086】次に、実施例1と同様の方法によって、Cu(In, Ga)Se<sub>2</sub>層、CdS層、ZnO層、ITO層、および取り出し電極を形成した。このようにして、実施形態2の太陽電池を作製した。

\*

14

\* 【0087】一方、Na<sub>2</sub>S層を作製せずに、上記方法と同様の方法で太陽電池を作製した。これら2つの太陽電池についてAM=1.5、100mW/cm<sup>2</sup>の擬似太陽光を用いて特性を測定した。測定結果を表4に示す。

【0088】

【表4】

	Na <sub>2</sub> S層	
	有り	無し
面積(cm <sup>2</sup> )	0.96	0.96
短絡電流密度(mA/cm <sup>2</sup> )	32.3	32.4
開放端電圧(V)	0.615	0.592
曲線因子	0.752	0.740
変換効率(%)	14.9	14.2

【0089】表4から明らかのように、Na<sub>2</sub>S層を形成することによって、特性が高い太陽電池が得られた。

【0090】(実施例6)実施例6では、実施形態2の太陽電池を作製した他の一例について、図7を参照しながら説明する。実施例6では、いわゆる集積型と呼ばれる太陽電池を作製した。製造工程の断面図を図7を示す。

【0091】まず、基体11として、可撓性を有するステンレスシート71(厚さ:100μm)を準備した。次に、RFマグネットロンスパッタリング法によって、ステンレスシート71の片面に、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層72(絶縁層32)と、Mo層73(導電層13)とを形成した。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層72の厚さは、0.5μmとし、Mo層73の厚さは1μmとした。

【0092】次に、Mo層73の一部をストライプ状に除去し、Mo層73を短冊状に複数に分割した(図7(a)参照)。

【0093】次に、Cu(In, Ga)Se<sub>2</sub>層74とCdS層75とを形成した(図7(b)参照)。そして、Cu(In, Ga)Se<sub>2</sub>層74とCdS層75とを短冊状に複数に分割した(図7(c)参照)。

【0094】次に、ZnO層(第2の半導体層16)とITO層(透明導電層17)との積層膜76を形成した。そして、積層膜76の一部と、Cu(In, Ga)Se<sub>2</sub>層74およびCdS層75の一部とを、併せてストライプ状に除去した(図7(d)参照)。これによって、基体であるステンレスシート71上に形成され、直列に接続された複数のユニットセル77を形成した。

【0095】最後に、取り出し電極78および79を形成し、集積化構造を有する太陽電池を作製した(図7(e)参照)。図7(a)～図7(e)の工程は、図5(a)～図5(e)の工程と同様の方法で行った。

【0096】上記製造方法で作製した太陽電池の特性を測定した結果、実施例3の太陽電池と同様に、良好な特性が得られた。

【0097】以上、本発明の実施の形態について例を挙げて説明したが、本発明は、上記実施の形態に限定されず本発明の技術的思想に基づき他の実施形態に適用することができる。

【0098】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の第1および第2の太陽電池によれば、特性および信頼性が高い太陽電池が得られる。また、可撓性を有する薄い基体を用いることによって、可撓性を有し軽量な太陽電池を形成できる。さらに、本発明の第1および第2の太陽電池は、導電性の基体上に絶縁層が形成されているため、複数のユニットセルを直列接続することが可能となる。

【0099】また、本発明の太陽電池の製造方法によれば、本発明の第2の太陽電池を容易に形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の太陽電池について一例を示す断面図である。

【図2】 本発明の太陽電池について他の一例を示す断面図である。

【図3】 本発明の太陽電池についてその他の一例を示す断面図である。

【図4】 本発明の太陽電池についてさらにその他の一例を示す断面図である。

【図5】 本発明の太陽電池について製造方法の一例を示す工程図である。

【図6】 図5に示した製造工程の一工程を示す平面図である。

【図7】 本発明の太陽電池について製造方法の他の一例を示す工程図である。

【符号の説明】

10、20、30、40 太陽電池

11、51、71 基体

11a 一正面

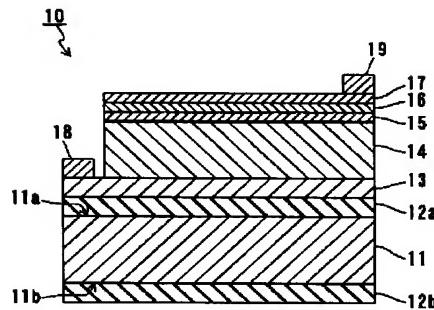
11b 他正面

12a 第1の絶縁層

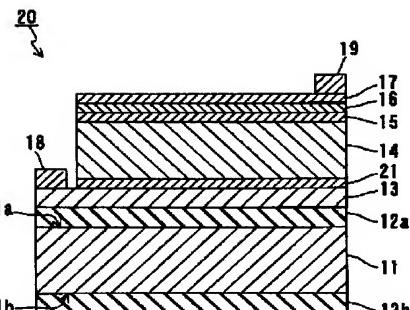
- 12b 第2の絶縁層  
 13、53、73 導電層  
 14、54、74 光吸収層  
 15、55、75 第1の半導体層  
 16 第2の半導体層  
 17 透明導電層

- \* 18、19、58、59、78、79 取り出し電極  
 21 層(層A)  
 41 層(層B)  
 32、52、72 絶縁層  
 56、76 積層膜  
 \* 57、77 ユニットセル

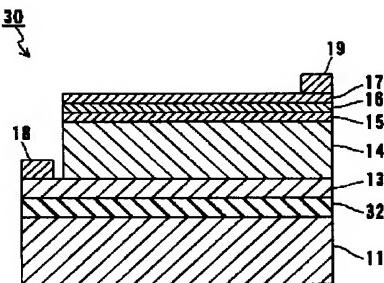
【図1】



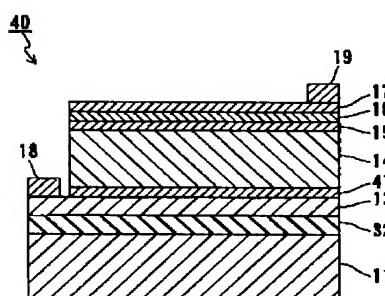
【図2】



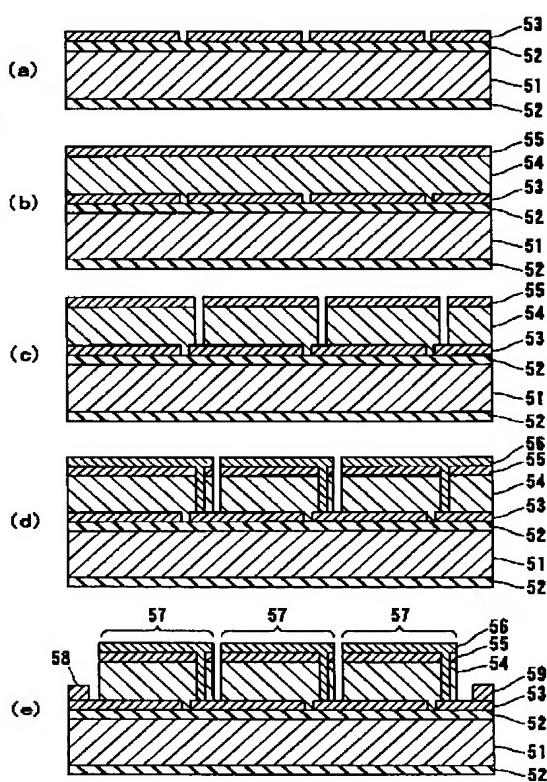
【図3】



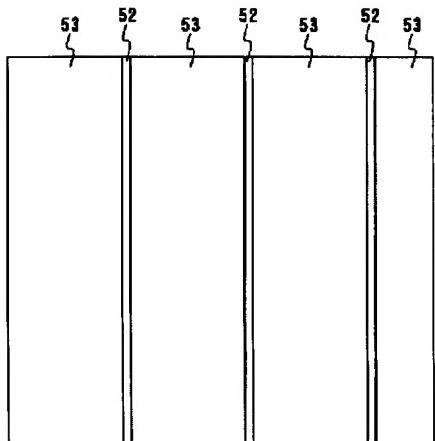
【図4】



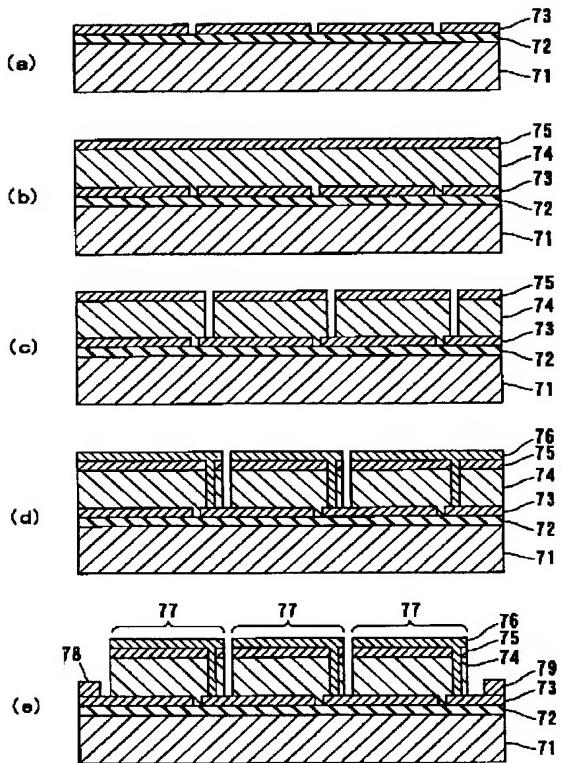
【図5】



【図6】



【図7】



## フロントページの続き

(72)発明者 林 茂生  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 橋本 泰宏  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 島川 伸一  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

F ターム(参考) 5F051 AA10 BA17 CB14 CB15 EA11  
FA04 GA02